

## 明 細 書

### ニッケル合金スパッタリングターゲット及びニッケル合金薄膜

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、半導体ウエハや電子回路等の基板又は該基板上に形成された配線や電極等の下地層又はパッドと、さらにその上に形成されたPbフリーSnハンダ又はSn-Pb系ハンダバンプとの間の、該Sn又はSn-Pb系ハンダの成分であるSnの拡散を抑制することのできるバリア層形成用ニッケル合金スパッタリングターゲット及びニッケル合金薄膜に関する。

#### 背景技術

- [0002] 一般に、半導体ウエハや電子回路上又は該基板上にアルミニウムや銅の電極やパッドが形成され、さらにその上に導電性ハンダバンプ、金バンプ、ニッケルバンプ等が形成されている。なかでもハンダバンプが実装の容易さやリペア性が容易であることから、現在の主流な材料となっている。

しかし、銅等の電極下地層又はパッドがPbフリーSnハンダ又はSn-Pb系ハンダと反応し易いため、ハンダバンプが形成された後、製造工程又は使用環境下の熱でハンダ中のSn拡散が生じ、下地層である銅等の電極下地層又はパッドと反応して、電極層又はパッドの剥離あるいは素子中へのハンダの拡散による特性劣化を起こすという問題があった。

- [0003] このようなことから、基板又は銅等の電極下地層又はパッドとPbフリーSnハンダ又はSn-Pb系ハンダバンプとの反応を防止できる中間のバリア層をスパッタリング法により形成するという提案がなされた。

この中間のバリア層は、基板又は銅等の電極下地層との接着性が良好であり、かつPbフリーSnハンダ又はSn-Pb系ハンダバンプの濡れ性が良好であることが必要とされる。

このような材料として選ばれたのがニッケルである。しかし、このニッケルは強磁性体であるためスパッタ効率が悪く、このスパッタ効率を上げるためにはニッケルターゲットを極端に薄くしなければならず、このためターゲットの製造が複雑であり、ターゲッ

トライフが短くターゲット交換が頻繁となるため、製造コストも増大するという問題があった。

- [0004] このため、Niターゲットの磁性を低下させてスパッタ効率を上げるための材料としてNi-Cu合金膜が提案された(例えば、特許文献1、特許文献2参照)。しかし、このNi-Cu合金膜はSnのバリア性が必ずしも十分ではなく、下地膜と反応して電気抵抗が増加するなどの問題があった。

このように、中間層となるハンダ濡れ性が良く、かつ効果的なバリア層を形成することのできるスパッタリングターゲット材料が見出せないために、PbフリーSnハンダ又はSn-Pb系ハンダバンプを使用する場合には、しばしば基板又は下地銅層との反応が起きるという問題があった。

- [0005] 一方、セラミックス基板との密着性を上げるために、NiにMo、V、Wを添加したニッケル合金ターゲットの提案がある(例えば、特許文献3、特許文献4、特許文献5参照)。また、Snのバリア特性を上げ、エッチング特性を上げる目的で、Tiを添加したニッケル合金の提案がなされている(特許文献6参照)。

しかし、これらはNi合金ターゲット及びNi合金薄膜の形成ということではあるが、中間層となるハンダ濡れ性が良く、かつ効果的なバリア層を形成することのできるスパッタリングターゲットとは言えなかった。

特許文献1:特開昭54-24231号公報

特許文献2:特開昭56-110230号公報

特許文献3:特開2000-169922号公報

特許文献4:特開2000-169957号公報

特許文献5:特開2000-169923号公報

特許文献6:特開2001-11612号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0006] 本発明は、半導体ウエハや電子回路等の基板又はその上に形成された配線や電極等の下地層又はパッド、特に銅又は銅合金からなる下地層又はパッドの上にPbフリーSnハンダ又はSn-Pb系ハンダバンプを形成するに際し、該PbフリーSnハンダ

又はSn-Pb系ハンダバンプとの濡れ性が良好であると共に、該PbフリーSnハンダ又はSn-Pb系ハンダの成分であるSnの拡散を抑制し、前記下地層との反応を効果的に防止することのできるバリア層を形成するためのニッケル合金スパッタリングターゲット及びニッケル合金薄膜を提供する。

#### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、1) Cu:1〜30at%、V, Cr, Al, Si, Ti, Moから選択した少なくとも1種以上の元素:2〜25at%、残部Ni及び不可避免の不純物からなり、下地層又はパッドとハンダバンプとの間におけるSn拡散を抑制することを特徴とするニッケル合金スパッタリングターゲット、2) Ni-Cu固溶体に、V, Cr, Al, Si, Ti, Moから選択した少なくとも1種以上の元素が添加されたニッケル合金であることを特徴とする1記載のニッケル合金スパッタリングターゲット、3) ハンダバンプがPbフリーSnハンダ又はSnハンダであることを特徴とする1又は2記載のニッケル合金スパッタリングターゲット、4) Cu:1〜30at%、V, Cr, Al, Si, Ti, Moから選択した少なくとも1種以上の元素:2〜25at%、残部Ni及び不可避免の不純物からなることを特徴とする下地層又はパッドとハンダバンプとの間に形成されたニッケル合金薄膜、5) Ni-Cu固溶体に、V, Cr, Al, Si, Ti, Moから選択した少なくとも1種以上の元素が添加されたニッケル合金であることを特徴とする4記載の下地層又はパッドとハンダバンプとの間に形成されたニッケル合金薄膜、6) ハンダバンプがPbフリーSnハンダ又はSnハンダであることを特徴とする4又は5記載の下地層又はパッドとハンダバンプとの間に形成されたニッケル合金薄膜、7) 下地層又はパッドとハンダバンプとの間にCu-Sn金属間化合物層を備えていることを特徴とする4〜6のいずれかに記載のニッケル合金薄膜、8) 下地層又はパッドとハンダバンプとの間に0.01〜5 $\mu$ mのCu-Sn金属間化合物層を備えていることを特徴とする7記載のニッケル合金薄膜、に関する。

#### 発明の効果

[0008] 本発明のバリア層形成用ニッケル合金スパッタリングターゲット及びこれによって形成されたニッケル合金薄膜は、半導体ウエハや電子回路等の基板又は該基板上に形成された配線や電極等の下地層又はパッドと、さらにその上に形成されたPbフリーSnハンダ又はSn-Pb系ハンダバンプとの間の、該Sn又はSn-Pb系ハンダの成

分であるSnの拡散を効果的に抑制することのできるという優れた効果を有する。

また、ハンダの濡れ性に富み、常磁性又は弱磁性であるためにマグネトロンスパッタリングが容易にできるという著しい効果を有する。

#### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施例6の成膜サンプルについて、Sn膜側からオージェ電子分光装置にてSnの深さ方向の強度を測定した結果である。

[図2]比較例1の成膜サンプルについて、Sn膜側からオージェ電子分光装置にてSnの深さ方向の強度を測定した結果である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0010] 半導体ウエハや電子回路等の基板又はこの上に形成された配線や電極等の下地層又はパッド、特に銅又は銅合金からなる下地層又はパッドの上に、Sn-Pb系ハンダバンプとの濡れ性が良好である、本発明のCu:1〜30at%、V, Cr, Al, Si, Ti, Moから選択した少なくとも1種以上の添加元素:2〜25at%、残部Ni及び不可避免の不純物からなるNi-Cu合金系(以下「Ni-Cu合金系」という。)スパッタリングターゲットを用いてバリア層を形成する。

[0011] V, Cr, Al, Si, Ti, Moから選択した少なくとも1種以上の元素2〜25at%の添加により、強磁性体であるNiのキュリーポイントを直線的に低下させ、常磁性とすることが可能となった。

元来、Niはハンダ濡れ性が良好な材料である。またある程度、ハンダの拡散バリアとしての機能も有する。しかし、強磁性体であるためにマグネトロンスパッタリングが著しく困難であるという問題があった。

上記V, Cr, Al, Si, Ti, Moの添加により、マグネトロンスパッタリングが可能となり、生産性が向上するという著しい効果が得られた。Cu自体も添加によりNiの磁性を低下させる機能を有するが、多量の添加を必要とする点において十分ではない。

なお、このバリア層は1層のみである必要はなく、他の材料との複合層であっても良い。

[0012] 本発明のNi-Cu合金系スパッタリングターゲットを用いて形成したバリア層の上に、さらにPbフリーSn系ハンダバンプ又はSn-Pb系ハンダバンプが形成されるが、この

ハンダバンプの成分であるSnの拡散を、本発明のバリア層によって効果的に抑制し、下地層である基板又は銅層との反応を効果的に防止することができる。

NiへのCuの1〜30at%の添加は、Snの拡散防止機能を有する。CuはNi比べてSnとの反応性に富むために、熱処理によりハンダとの間にCu-Snの金属間化合物( $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ 、 $\text{Cu}_3\text{Sn}$ )の層が形成される。この層は、拡散バリアとしての効果を発揮する。

- [0013] このようなNi-Cu合金系バリア層によるSnの拡散の抑止効果は、中間バリアであるNi-Cu膜中において、すでにSnが飽和しているため、PbフリーSn系ハンダバンプ又はSn-Pb系ハンダバンプからのSn移動、拡散が防止されるとためと考えられる。

このCu-Snの金属間化合物の層は厚すぎるとクラックが発生し易くなり、ハンダの脱落や剥離等の原因となる。また、薄すぎるとバリア層としての機能を失うので、通常0.01〜5  $\mu\text{m}$ 程度が望ましい。

さらに、このNi-Cu合金系バリア層は、上記の通りPbフリーSn系ハンダバンプ又はSn-Pb系ハンダバンプとの濡れ性が極めて良好であるという特徴を有する。

- [0014] Ni-Cu系合金バリア層を形成するためのニッケル合金スパッタリングターゲットの成分として、Cu:1〜30at%が必要である。

1at%未満では、Cu-Snの金属間化合物( $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ 、 $\text{Cu}_3\text{Sn}$ )の層が十分に形成されず、拡散バリアとしての効果を発揮することができない。また、Cu30at%を超えるとCu-Snの金属間化合物層がより厚く形成されるようになり、クラックが発生し易くなるので、30at%以下であることが必要である。

一方、本発明のNi-Cu系合金におけるV, Cr, Al, Si, Ti, Moの1種以上の元素添加量は2〜25at%であることが必要である。添加量2at%未満であると、十分なキューリーポイントの低下がなく、

Niの持つ強磁性体としての磁性が持続し、薄膜層を形成するためのマグネトロンスパッタ効率が低いからである。また、添加量が25at%を超えると本来Niの持つハンダ濡れ性、エッチング性等の有効な機能が低下するためである。

ターゲットとしては、金属組織が一相であることが好ましいため、各添加元素とNiの固溶域に添加量を抑えることが必要である。二相又はそれ以上の組織になるとスパッ

タ中のパーティクルが問題となる。

- [0015] 本発明のバリア層形成用ニッケル合金ターゲットは、溶製法、すなわちNi-Cu系合金を溶解し、鑄造、鍛造、圧延等の工程を経て、ターゲットに形成する。溶製ターゲット品は、合金中のCuが固溶体として存在する。

また、本発明のバリア層形成用ニッケル系合金ターゲットは、粉末冶金によっても製造することができる。この場合、アトマイズ法などの微粉化プロセスを用いて作製したニッケル合金粉を使用して焼結体ニッケル系合金ターゲットとすることが有効である。

- [0016] このようなニッケル合金アトマイズ粉を使用した場合は、均一性に優れた焼結体が得られる。通常のニッケル粉、銅粉、添加元素粉を用いて焼結体ターゲットとするよりも品質の良いターゲットが作製できる。

焼結工程においては、例えばHP又はHIPを用いてターゲットを製造する。このようなニッケル系合金スパッタリングターゲットは、組成や製造プロセスによって、Cuが固溶した組織を備えている。

結晶組織は、平均粒径が100  $\mu$  m以下であることが望ましい。これによって、均一なバリア膜を形成することができる。

半導体又はその他の電子部品への汚染を防止するため、ターゲットの原料となるニッケル及び銅並びに添加元素の純度が3N(99.9%)以上、好ましくは5N以上であることが望ましい。

## 実施例

- [0017] 次に、実施例に基づいて説明する。なお、これらは本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明はこれらに制限されるものではなく、本発明の技術思想の範囲にある、他の実施例又は変形はいずれも本発明の範囲に含まれる。

- [0018] (実施例1ー実施例42)

原料として純度5N(99.999wt%)のNiブロックと純度4N(99.99wt%)のCu及びVショットを使用した。水冷銅製ルツボを備えた真空高周波誘導炉で、真空雰囲気にて1600gのNiを溶解した。その中にCu及び表1に示す添加元素を少量ずつ加えて、最終的に表1に示す合金組成となるように溶解した。

溶湯温度1500°Cで出湯して鑄造インゴットを作製した。このインゴットを800°C

〜1130° C未満で熱間鍛造・熱間圧延した。これらから、機械加工にてφ80mm×厚さ10mmのターゲットを作製した。これらのニッケル系合金ターゲットの、Cu、添加元素(V, Cr, Al, Si, Ti, Mo)、残部Niの組成一覧を表1に示す。

[0019] (比較例1)

原料として純度5NのNiブロックと純度4NのCuショットを使用した。水冷銅製ルツボを備えた真空高周波誘導炉で、真空雰囲気にて1600gのNiを溶解した。その中にCuを少量ずつ加えて、最終的にNi-50at%Cuとなるように溶解した。

溶湯温度1400° Cで出湯して鑄造インゴットを作製した。このインゴットを実施例1と同様に熱間鍛造・熱間圧延などの方法で塑性加工し、ターゲットを作製した。

[0020] (比較例2)

原料として純度5NのNiブロックと純度4NのCuショットを使用した。水冷銅製ルツボを備えた真空高周波誘導炉で、真空雰囲気にて1600gのNiを溶解した。その中にCuを少量ずつ加えて、最終的にNi-2at%Cuとなるように溶解した。

溶湯温度1500° Cで出湯して鑄造インゴットを作製した。このインゴットを実施例1と同様に熱間鍛造・熱間圧延などの方法で塑性加工し、ターゲットを作製した。

[0021] (比較例3)

原料として純度5NのNiブロックと純度4NのVショットを使用した。水冷銅製ルツボを備えた真空高周波誘導炉で、真空雰囲気にて1600gのNiを溶解した。その中にVを少量ずつ加えて、最終的にNi-5at%Vとなるように溶解した。

溶湯温度1500° Cで出湯して鑄造インゴットを作製した。このインゴットを実施例1と同様に熱間鍛造・熱間圧延などの方法で塑性加工し、ターゲットを作製した。

[0022] (比較例4)

原料として純度5NのNiブロックと純度4NのCuショットを使用した。水冷銅製ルツボを備えた真空高周波誘導炉で、真空雰囲気にて1600gのNiを溶解した。その中にCuとVを少量ずつ加えて、最終的にNi-40at%Cu-5at%Vとなるように溶解した。

溶湯温度1400° Cで出湯して鑄造インゴットを作製した。このインゴットを実施例1と同様に熱間鍛造・熱間圧延などの方法で塑性加工し、ターゲットを作製した。

## [0023] (比較例5)

原料として純度5NのNiブロックと純度4NのCuショットを使用した。水冷銅製ルツボを備えた真空高周波誘導炉で、真空雰囲気にて1600gのNiを溶解した。その中にAlとVを少量ずつ加えて、最終的にNi-5at%Al-5at%Vとなるように溶解した。

溶湯温度1400° Cで出湯して鑄造インゴットを作製した。このインゴットを実施例1と同様に熱間鍛造・熱間圧延などの方法で塑性加工し、ターゲットを作製した。

[0024] 比較例1〜5のニッケル系合金ターゲットの組成一覧を、上記実施例1〜42と対比して、同様に表1に示す。

[0025] [表1]



## ニッケル系合金 (at%)

	Cu	添加元素 (V, Cr, Al, Si, Ti, Mo)	Ni
実施例 1	10%	5%V	残部
実施例 2	10%	3%Al, 3%Cr	残部
実施例 3	10%	3%Si, 3%Ti, 2%Mo	残部
実施例 4	20%	6%Cr	残部
実施例 5	7%	6%Al	残部
実施例 6	25%	3%Si	残部
実施例 7	5%	20%V	残部
実施例 8	10%	10%V	残部
実施例 9	30%	5%V	残部
実施例 10	30%	10%V	残部
実施例 11	2%	2%Cr	残部
実施例 12	2%	25%Cr	残部
実施例 13	15%	25%Cr	残部
実施例 14	25%	2%Cr	残部
実施例 15	25%	25%Cr	残部
実施例 16	7%	23%Al	残部
実施例 17	20%	12%Al	残部
実施例 18	20%	23%Al	残部
実施例 19	30%	12%Al	残部
実施例 20	30%	23%Al	残部
実施例 21	5%	5%Si	残部
実施例 22	5%	20%Si	残部
実施例 23	10%	5%Si	残部
実施例 24	10%	20%Si	残部
実施例 25	30%	20%Si	残部
実施例 26	2%	12%Ti	残部
実施例 27	2%	24%Ti	残部
実施例 28	15%	12%Ti	残部
実施例 29	15%	24%Ti	残部
実施例 30	25%	12%Ti	残部
実施例 31	25%	24%Ti	残部
実施例 32	5%	5%Mo	残部
実施例 33	5%	20%Mo	残部
実施例 34	10%	5%Mo	残部
実施例 35	10%	20%Mo	残部
実施例 36	30%	5%Mo	残部
実施例 37	30%	20%Mo	残部
実施例 38	10%	5%V, 5%Si	残部
実施例 39	10%	3%Mo, 7%Ti	残部
実施例 40	15%	6%Si, 3%Mo, 2%Cr	残部
実施例 41	27%	8%Mo, 2%Si	残部
実施例 42	27%	4%Al, 6%Ti, 2%Mo	残部
比較例 1	50%		残部
比較例 2	2%		残部
比較例 3		5%V	残部
比較例 4	40%	5%V	残部
比較例 5		5%V, 5%Al	残部

[0026] (Sn-Pb(Sn:Pb=4:6)ハンダとの濡れ性評価試験)

Si基板上に1000 ÅのTi膜をマグネトロンスパッタ成膜した後、実施例1〜42及び比較例1〜5のターゲットを使用して、それぞれNi合金膜4000 Åをマグネトロンスパッタ成膜した。

このスパッタ膜上に、直径0.60mmのSn-Pb (Sn:Pb=4:6)ハンダボールを置いて、大気中で240° Cに加熱し、ハンダボールの直径の広がり測定した。

その結果、本発明の実施例1〜42では、加熱ハンダボールの平均直径が0.76〜1.36mmの範囲にあり、Sn-Pbハンダとの濡れ性が良好であることが分かる。

これに対し、比較例3及び比較例5については、ハンダ濡れ性がやや不良であった。

[0027] (Snの拡散評価試験)

Si基板上にTi膜をスパッタ成膜した後、実施例1〜42と比較例1〜5ターゲットを使用して、それぞれNi合金膜5000 Åをスパッタ成膜した。

その後、Snターゲットを用いてSnを3000 Å成膜した後、真空中で250° C、3分間保持した。その後、成膜サンプルを所定の大きさに切断し、Sn膜側からオージェ電子分光装置にてSnの深さ方向の強度を測定し、拡散傾向を見た。

[0028] この結果、実施例1〜42はいずれもSnの拡散が少なく抑えられていた。また、マグネトロンスパッタリング性が良好であった。これに対して、比較例1〜5はSnの拡散が著しかった。

代表例として、実施例6と比較例1のオージェ測定結果を、図1と図2に示す。図中横軸はスパッタ時間、縦軸は強度を示す。スパッタ時間40〜50分のところが、Sn/Ni合金膜の界面と考えられる。

[0029] 実施例6の図1では40〜50分を境として、Snの存在が急速に減少しているが、これによってSnの拡散が抑制されていることが分かる。これに対して、比較例の図2では、40〜50分のスパッタ後でもSnが多く検出され、それだけSnが内部にまで拡散していることが分かる。

また、比較例1は、ハンダ濡れ性が良好であり、Snの拡散が抑えられていたが、マイクロクラックが発生するという問題を生じた。

比較例2は、ハンダ濡れ性は良好であったが、Snの拡散が多く発生し、バリア層と

しての効果がなかった。また、プラズマの安定性に問題があった。

[0030] 比較例3は、ハンダ濡れ性がやや悪く、マグネトロンスパッタリングは著しく悪化した。また、Snの拡散が多く発生し、バリア層としての効果もなかった。

比較例4は、ハンダ濡れ性及びスパッタリング性は良好であったが、バリア性が劣り、またクラックを発生した。

比較例5は、クラックの発生はなかったが、ハンダ濡れ性がやや不良であり、バリア性も劣り、スパッタリング性もやや不良であるという結果になった。

[0031] これに対して、上記に述べた通り、本願発明の実施例においては、バリア性に優れていると共に、ハンダ濡れ性、耐クラック性、スパッタリング性がいずれも良好であり、優れたニッケル合金ターゲットであることが分かる。以上の評価試験の結果を表2に示す。

[0032] [表2]

	ハンダ濡れ性	バリア性	クラック	スパッタリング性
実施例 1	良好	優	無	良好
実施例 2	良好	優	無	良好
実施例 3	良好	優	無	良好
実施例 4	良好	優	無	良好
実施例 5	良好	優	無	良好
実施例 6	良好	優	無	良好
実施例 7	良好	優	無	良好
実施例 8	良好	優	無	良好
実施例 9	良好	優	無	良好
実施例 10	良好	優	無	良好
実施例 11	良好	優	無	良好
実施例 12	良好	優	無	良好
実施例 13	良好	優	無	良好
実施例 14	良好	優	無	良好
実施例 15	良好	優	無	良好
実施例 16	良好	優	無	良好
実施例 17	良好	優	無	良好
実施例 18	良好	優	無	良好
実施例 19	良好	優	無	良好
実施例 20	良好	優	無	良好
実施例 21	良好	優	無	良好
実施例 22	良好	優	無	良好
実施例 23	良好	優	無	良好
実施例 24	良好	優	無	良好
実施例 25	良好	優	無	良好
実施例 26	良好	優	無	良好
実施例 27	良好	優	無	良好
実施例 28	良好	優	無	良好
実施例 29	良好	優	無	良好
実施例 30	良好	優	無	良好
実施例 31	良好	優	無	良好
実施例 32	良好	優	無	良好
実施例 33	良好	優	無	良好
実施例 34	良好	優	無	良好
実施例 35	良好	優	無	良好
実施例 36	良好	優	無	良好
実施例 37	良好	優	無	良好
実施例 38	良好	優	無	良好
実施例 39	良好	優	無	良好
実施例 40	良好	優	無	良好
実施例 41	良好	優	無	良好
実施例 42	良好	優	無	良好
比較例 1	良好	劣	有	良好
比較例 2	良好	劣	無	不良
比較例 3	やや不良	劣	無	良好
比較例 4	良好	劣	有	良好
比較例 5	やや不良	劣	無	やや不良

## 産業上の利用可能性

[0033] PbフリーSnハンダ又はSn-Pb系ハンダバンプとの濡れ性が良好であり、かつ該P

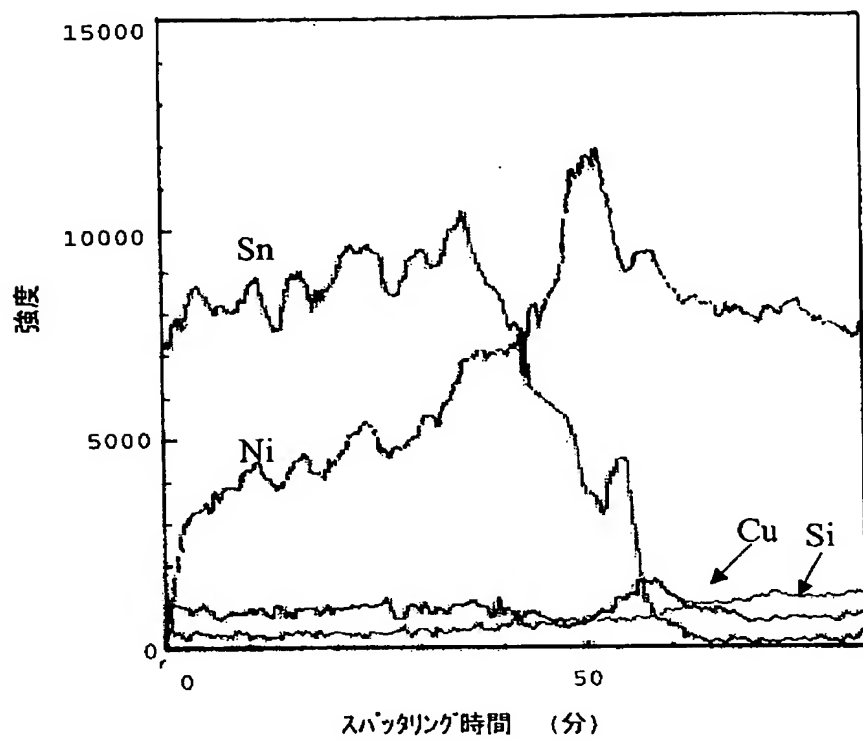
bフリーSnハンダ又はSn-Pb系ハンダの成分であるSnの拡散を抑制し、前記下地層との反応を効果的に防止することができるという効果を有し、さらに本発明のニッケル系合金ターゲットが常磁性又は弱磁性であるために、マグネトロンスパッタリングが容易にできるという著しい効果を有する。

したがって、本発明のニッケル系合金スパッタリングターゲット及びニッケル系合金薄膜は、半導体ウエハや電子回路等の基板又は基板上に形成された配線や電極等の下地層又はパッド上に形成するハンダバンプのバリア層として有用である。

## 請求の範囲

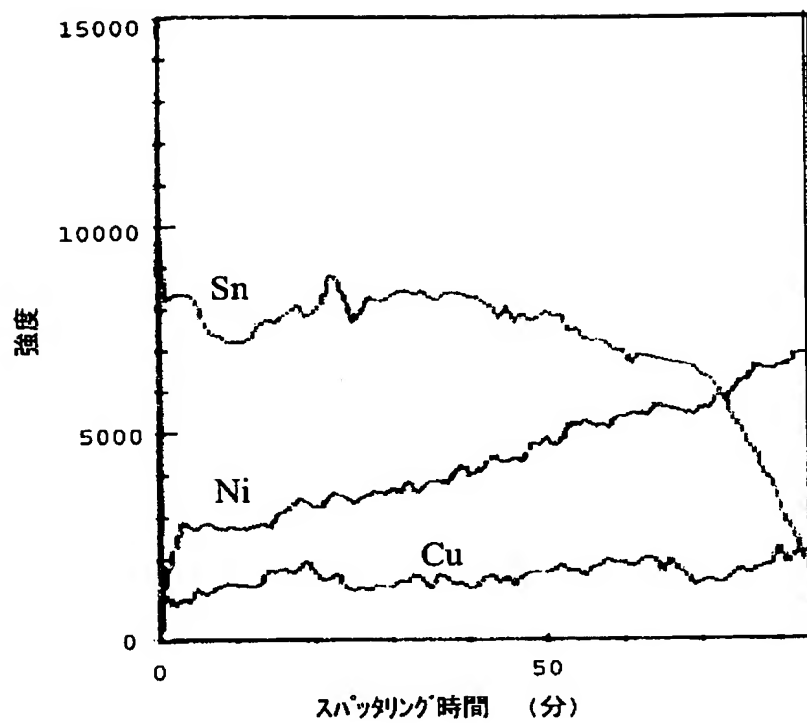
- [1] Cu: 1〜30at%、V, Cr, Al, Si, Ti, Moから選択した少なくとも1種以上の元素: 2〜25at%、残部Ni及び不可避免的不純物からなり、下地層又はパッドとハンダバンプとの間におけるSn拡散を抑制することを特徴とするニッケル合金スパッタリングターゲット。
- [2] Ni-Cu固溶体に、V, Cr, Al, Si, Ti, Moから選択した少なくとも1種以上の元素が添加されたニッケル合金であることを特徴とする請求項1記載のニッケル合金スパッタリングターゲット。
- [3] ハンダバンプがPbフリーSnハンダ又はSnハンダであることを特徴とする請求項1又は2記載のニッケル合金スパッタリングターゲット。
- [4] Cu: 1〜30at%、V, Cr, Al, Si, Ti, Moから選択した少なくとも1種以上の元素: 2〜25at%、残部Ni及び不可避免的不純物からなることを特徴とする下地層又はパッドとハンダバンプとの間に形成されたニッケル合金薄膜。
- [5] Ni-Cu固溶体に、V, Cr, Al, Si, Ti, Moから選択した少なくとも1種以上の元素が添加されたニッケル合金であることを特徴とする請求項4記載の下地層又はパッドとハンダバンプとの間に形成されたニッケル合金薄膜。
- [6] ハンダバンプがPbフリーSnハンダ又はSnハンダであることを特徴とする請求項4又は5記載の下地層又はパッドとハンダバンプとの間に形成されたニッケル合金薄膜。
- [7] 下地層又はパッドとハンダバンプとの間にCu-Sn金属間化合物層を備えていることを特徴とする請求項4〜6のいずれかに記載のニッケル合金薄膜。
- [8] 下地層又はパッドとハンダバンプとの間に0.01〜5  $\mu$ mのCu-Sn金属間化合物層を備えていることを特徴とする請求項7記載のニッケル合金薄膜。

[図1]



Ni-Cu-Siのオージェプロファイル

[図2]



Ni-Cuのオーシエプロファイル



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015115

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/60, C22C19/03, C23C14/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/60, C22C19/03, C23C14/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-117061 A (Hitachi Metals, Ltd.), 27 April, 1999 (27.04.99), Full text	1-3
A	Full text (Family: none)	4-8
A	JP 9-074097 A (Sony Corp.), 18 March, 1997 (18.03.97), Full text; Figs. 1 to 2 & JP 3362573 B2	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
10 November, 2004 (10.11.04)

Date of mailing of the international search report  
22 November, 2004 (22.11.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/60, C22C19/03, C23C14/34

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/60, C22C19/03, C23C14/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 11-117061 A(日立金属株式会社) 1999.04.27	1-3
A	全文 全文 (ファミリーなし)	4-8
A	JP 9-074097 A (ソニー株式会社) 1997.03.18 全文, 図1-2 & JP 3362573 B2	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.11.2004

国際調査報告の発送日

22.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

市川 篤

4R

9544

電話番号 03-3581-1101 内線 3469